苜草素对产蛋后期蛋鸡脂肪肝出血综合征的预防作用

高媛媛[1] 杨长进[2] 董晓芳[1*] 佟建明[1] 高玉鹏[2]

（1.中国农业科学院北京畜牧兽医研究所，北京 100193；2.西北农林科技大学动物科技学院，杨凌 712100）

摘 要：本试验旨在研究苜草素对产蛋后期蛋鸡脂肪肝出血综合征（FLHS）的预防作用。选用 500 日龄京红 1 号产蛋鸡 1 008 只，随机等分为 7 组，每组 6 个重复，每个重复 24 只鸡。Ⅰ组为对照组，饲喂常规饲粮（代谢能 11.10 MJ/kg，粗蛋白质 17.68%）；Ⅱ～Ⅶ组为试验组，饲喂高能低蛋白质饲粮（代谢能 12.87 MJ/kg，粗蛋白质 13.84%），并分别在饲粮中添加 0、200、400、600、800、1 000 mg/kg 苜草素。试验期 60 d。结果表明：1）与对照组相比，高能低蛋白质饲粮组（Ⅱ组）蛋鸡第 30 天时即可表现出明显的 FLHS 病理特征，第 1~30 天平均日采食量、产蛋率、蛋重、产蛋量显著降低（P<0.05），料蛋比显著升高（P<0.05），第 1~60 天趋势更加显著（P<0.05）；第 42 天蛋白高度和哈氏单位显著降低（P<0.05）。2）在高能低蛋白质饲粮中添加不同梯度的苜草素均能降低 FLHS 发生率，提高第 1~60 天的平均日采食量、产蛋率、产蛋量，降低料蛋比；提高第 42 天的蛋白高度、哈氏单位。由此可见，高能低蛋白质饲粮能够诱导蛋鸡 FLHS，补充苜草素具有预防作用。

关键词：苜草素；蛋鸡；脂肪肝出血综合征

中图分类号：S831

与哺乳动物不同，鸡脂肪酸合成的主要场所是肝脏[1]，仅有很少部分在脂肪组织进行。在产蛋期，蛋鸡肝脏大量合成脂肪，与载脂蛋白等结合形成极低密度脂蛋白，转运到肝外组

收稿日期：2016-04-11

基金项目：“十二五”国家科技支撑计划课题（2013BAD10B04）；国家蛋鸡产业技术体系建设专项经费（CARS-41-K16）；中国农业科学院科技创新工程（ASTIP-IAS08）

作者简介：高媛媛（1989-），女，山西柳林人，硕士研究生，研究方向为动物营养与饲料科学。E-mail: gaoyuanyuan312@126.com

*通信作者：董晓芳，副研究员，硕士生导师，E-mail: xiaofangd1124@sina.com

织以满足蛋黄脂质沉积的需要。此时，肝脏代谢负担沉重，极易发生脂肪肝出血综合征（fatty liver hemorrhagic syndrome，FLHS）。FLHS 可使整个鸡群产蛋率下降，造成经济损失[2]。目前，FLHS 的诱发机制还不清楚，有研究报道，FLHS 发生的主要原因为肝脏脂肪合成多于输出[3-4]。此外，蛋鸡肝脏内游离的脂肪酸较多，易被氧化产生自由基，破坏细胞生物膜结构，导致肝损伤[5]。

苜草素是紫花苜蓿经水提后喷雾干燥形成的植物饲料添加剂，主要成分为苜蓿多糖、苜蓿黄酮和苜蓿皂苷。饲粮中添加苜草素可以改善体内脂质代谢[6-7]，其中，苜蓿多糖具有抗氧化作用[8]，可保护肝脏防止自由基损伤[5]；苜蓿黄酮具有增强免疫和调节内分泌的功能[9]；苜蓿皂苷具有调控胆固醇代谢的作用[10-14]。目前，尚未见直接使用苜草素预防蛋鸡 FLHS 的报道。因此，本试验通过饲喂高能低蛋白质饲粮人工诱发 FLHS，研究苜草素的预防作用，旨在为控制 FLHS 提供解决方案。

1　材料与方法

1.1　试验材料

苜草素是以天然植物药物提取原理，采用破壁萃取技术从干燥的紫花苜蓿中提取的一种植物饲料添加剂，其主要有效成分为多糖（≥15%）、黄酮（≥5%）、皂苷（≥5%），由中国农业科学院北京畜牧兽医研究所提供。

1.2　试验设计和试验饲粮

选取健康的 500 日龄京红产蛋鸡 1 008 只（购自北京正大畜牧有限公司），随机分为 7 组，每组 6 个重复，每个重复 24 只鸡。密闭鸡舍阶梯式笼养，自由采食、饮水，光照时间为 16 h/d，自动控制舍内温湿度，温度为（22±3） ℃，相对湿度为 45%～65%，按正常免疫程序免疫接种。预试期 7 d，试验期 60 d。

7 组试验蛋鸡中，Ⅰ组为对照组，饲喂常规饲粮（代谢能 11.10 MJ/kg，粗蛋白质 17.68%）；Ⅱ～Ⅶ组为试验组，饲喂高能低蛋白质饲粮（代谢能 12.87 MJ/kg，粗蛋白质 13.84%），并

分别添加 0、200、400、600、800、1 000 mg/kg 的苜草素。所有饲粮均为玉米-豆粕型，试验饲粮组成及营养水平见表 1。

表 1　试验饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 1　Composition and nutrient levels of experimental diets (air-dry basis)　%

项目 Items	含量 Content	
	对照组 Control group	试验组 Experimental group
原料 Ingredients		
玉米 Corn	61.5	61.5
豆粕 Soybean meal	26.0	18.0
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	1.2	1.2
石粉 Limestone	9.0	9.0
牛油 Beeftallow		8.0
预混料 Premix[1)]	2.0	2.0
食盐 NaCl	0.3	0.3
合计 Total	100.0	100.0
营养水平 Nutrient levels[2)]		
代谢能 ME/(MJ/kg)	11.10	12.87
粗蛋白质 CP	17.68	13.84
粗脂肪 EE	2.71	10.71
钙 Ca	3.68	3.65
总磷 TP	0.61	0.56
有效磷 AP	0.38	0.37
赖氨酸 Lys	0.93	0.69

蛋氨酸 Met	0.29	0.23
苏氨酸 Thr	0.67	0.52

[1)]预混料为每千克饲粮提供 The premix provides the following per kg of diets：VA 7 500 IU，VD_3 2 500 IU，VE 15 IU，VK 2 mg，VB_6 4 mg，VB_{12} 0.01 mg，烟酸 niacin 20 mg，核黄素 riboflavin 4 mg，硫胺素 thiamine 2 mg，泛酸钙 calcium pantothenate 5 mg，生物素 biotin 0.1 mg，叶酸 folic acid 1 mg，Se 0.2 mg，Mn 63.6 mg，Fe 45 mg，Cu 6 mg，I 0.4 mg，Zn 34 mg。

[2)]营养水平均为计算值。Nutrient levels are calculated values.

1.3　检测指标和方法

1.3.1　产蛋性能指标的测定

试验期每天观察鸡只健康状况，以重复为单位，记录每天产蛋情况并称重，每周结料 1 次。计算平均日采食量、产蛋量、产蛋率、蛋重和料蛋比。

1.3.2　蛋品质指标测定

试验期每 2 周末，取当天每个重复所有鸡蛋测定蛋品质。

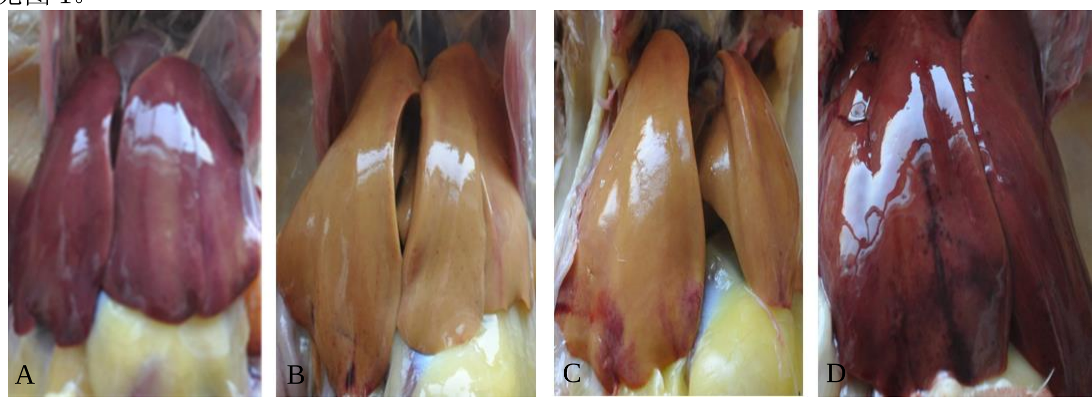
蛋壳强度测定采用蛋壳强度测试仪（Model-III,Robotmation Co. Ltd.,Tokyo,Japan）；蛋壳厚度测定采用蛋壳厚度检测器（Model P-1,Ozaki MFG.Co.Ltd.,Tokyo,Japan）；蛋白高度、哈氏单位及蛋黄颜色测定采用蛋品质分析仪（EMT-5200,Robotmation Co. Ltd.,Tokyo,Japan）。

1.3.3　蛋鸡肝脏病变指标的测定

试验第 30 天和第 60 天，每个重复取 4 只蛋鸡，每组 24 只蛋鸡，禁食 12 h 后空腹称鸡体重，并翅下静脉采血，3 000 r/min 离心 10 min，制备血浆，-20 ℃冻存；采血后麻醉处死，小心取出整个肝脏，用预冷的生理盐水冲洗上面血渍，然后用滤纸擦干并称重记录，取 5 g 肝组织，锡箔纸包装，液氮速冻，-20 ℃冻存。

肝脏指数（%）=（肝脏湿重/活体重）×100。

肝脏出血指数和 FLHS 发生率观测：参照董晓芳等[15]试验的划分标准，将本试验肝脏出血程度划分为 4 级：0＝没有出血，1＝有少数出血点或斑，2＝有明显的出血区或血肿；3＝有广泛的局灶性出血区或大出血。2、3 级判为 FLHS 鸡，1 级为亚临床鸡。肝脏出血分级见图 1。



A：正常肝 normal liver；B：1 级肝出血 first-degree hepatorrhagia；C：2 级肝出血 second-degree hepatorrhagia；D：3 级肝出血 third-degree hepatorrhagia。

图 1　肝脏出血分级

Fig.1　Classification of liver hemorrhage

1.4　数据统计分析

试验结果用平均值±标准差或平均值表示。采用 SAS 9.2 统计软件进行单因素方差分析，Duncan 氏法进行多重比较，以 P<0.05 为差异显著水平。

2　结　果

2.1　苜草素对蛋鸡生产性能的影响

由表 2 可知，试验第 1～60 天，高能低蛋白质饲粮组（Ⅱ组）平均日采食量显著低于对照组（P<0.05），添加 600 mg/kg 苜草素的高能低蛋白质饲粮组平均日采食量显著高于高能低蛋白质饲粮组（P<0.05）；高能低蛋白质饲粮组产蛋率显著低于对照组（P<0.05），添加 400、600、800、1 000 mg/kg 苜草素的高能低蛋白质饲粮组产蛋率显著高于高能低蛋白质饲粮组（P<0.05）；高能低蛋白质饲粮组蛋重显著低于对照组（P<0.05）；高能低蛋白质饲粮组

料蛋比显著高于对照组（P<0.05），添加 400、600、800、1 000 mg/kg 苜草素的高能低蛋白质饲粮组料蛋比显著低于高能低蛋白质饲粮组（P<0.05）；高能低蛋白质饲粮组产蛋量显著低于对照组（P<0.05），添加 200、400、600、800、1 000 mg/kg 苜草素的高能低蛋白质饲粮组产蛋量显著高于高能低蛋白质饲粮组（P<0.05）。

表 2　苜草素对蛋鸡生产性能的影响

Table 2　Effects of polysavone on performance of laying hens　（n=6）

项目 Items	时间 Time/d	对照组 Control group	苜草素添加水平 Polysavone supplemental level/(mg/kg)					
			0	200	400	600	800	1 000
平均日采食量 ADFI/(g/d)	1～30	95.5±3.3^{a}	86.7±1.0^{c}	89.8±4.0^{bc}	92.1±4.0^{ab}	91.6±3.6^{b}	91.6±2.7^{b}	93.2±0.8^{ab}
	31～60	94.1±5.6^{a}	83.5±1.2^{b}	86.4±4.0^{b}	86.0±5.2^{b}	89.1±2.7^{ab}	87.2±5.3^{b}	84.9±4.5^{b}
	1～60	94.8±4.4^{a}	85.1±0.9^{c}	88.1±3.8^{bc}	89.1±4.5^{bc}	90.4±2.9^{b}	89.4±3.9^{bc}	89.1±2.0^{bc}
产蛋率 Laying rate/%	1～30	51.7±3.0^{a}	39.3±2.2^{c}	40.7±2.6^{bc}	44.8±5.2^{b}	43.7±3.6^{b}	44.2±2.3^{b}	44.2±3.4^{b}
	31～60	52.2±6.5^{a}	34.0±3.2^{c}	39.3±6.3^{b}	40.8±2.6^{b}	41.2±3.2^{b}	39.7±1.5^{b}	38.3±3.6^{bc}
	1～60	52.0±4.0^{a}	36.8±2.2^{c}	40.3±3.0^{bc}	43.2±3.3^{b}	42.2±3.3^{b}	42.2±1.6^{b}	41.5±3.6^{b}
蛋重 Egg weight/g	1～30	58.8±1.4^{a}	56.4±0.8^{b}	57.4±0.8^{b}	57.3±1.0^{b}	56.5±0.9^{b}	56.9±1.4^{b}	57.5±1.3^{b}
	31～60	61.2±1.0^{a}	57.6±0.	58.9±1.	58.3±2.2	57.8±1.	57.7±2.	57.3±0.

			5^{b}	9^{b}	^{b}	3^{b}	1^{b}	9^{b}
	1～60	59.9±1.1^{a}	56.9±0.6^{b}	58.1±1.2^{b}	57.8±1.4^{b}	57.1±0.9^{b}	57.3±1.7^{b}	57.4±1.0^{b}
料蛋比 Feed/egg	1～30	3.3±0.3^{b}	4.0±0.2^{a}	4.0±0.2^{a}	3.7±0.3^{a}	3.9±0.3^{a}	3.8±0.2^{a}	3.8±0.4^{a}
	31～60	3.0±0.3^{c}	4.3±0.4^{a}	3.9±0.7^{ab}	3.7±0.3^{b}	3.8±0.3^{ab}	3.8±0.1^{ab}	3.9±0.3^{ab}
	1～60	3.1±0.3^{c}	4.1±0.2^{a}	3.9±0.3^{ab}	3.7±0.2^{b}	3.8±0.2^{b}	3.8±0.1^{b}	3.8±0.3^{b}
产蛋量 Egg mass/(g/d)	1～30	30.4±1.5^{a}	22.1±1.5^{c}	23.5±1.6^{bc}	25.7±3.3^{b}	24.6±2.1^{bc}	25.0±1.5^{b}	25.3±2.1^{b}
	31～60	32.1±3.5^{a}	19.7±1.9^{c}	23.2±3.9^{b}	23.7±1.5^{b}	23.8±2.1^{b}	22.9±1.5^{b}	22.2±2.5^{bc}
	1～60	31.1±1.9^{a}	21.0±1.1^{c}	23.4±2.0^{b}	24.8±2.3^{b}	24.2±2.0^{b}	24.1±1.3^{b}	23.9±2.2^{b}

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著（P<0.05），相同或无字母表示差异不显著（P>0.05）。下表同。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference (P<0.05), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference (P>0.05). The same as below.

2.2 苜草素对蛋鸡蛋品质的影响

由表 3 可知，第 42 天，高能低蛋白质饲粮组蛋白高度显著低于对照组（P<0.05），添加 200、400、600、800、1 000 mg/kg 苜草素的高能低蛋白质饲粮组蛋白高度显著高于高能低蛋白质饲粮组（P<0.05)；第 42 天，高能低蛋白质饲粮组哈氏单位显著低于对照组（P<0.05），

添加 200、400、600、800 mg/kg 苜草素的高能低蛋白质饲粮组哈氏单位显著高于高能低蛋白质饲粮组（P<0.05）。第 28 天和第 42 天，高能低蛋白质饲粮组及添加 200、400、600、800、1 000 mg/kg 苜草素的高能低蛋白质饲粮组蛋黄颜色显著高于对照组（P<0.05）；第 14 天，高能低蛋白质饲粮组及添加 400、600、800、1 000 mg/kg 苜草素的高能低蛋白质饲粮组蛋壳强度显著低于对照组（P<0.05）。

表 3　苜草素对蛋品质的影响

Table 3　Effects of polysavone on egg quality of laying hens　（n=6）

项目 Items	时间 Time/d	对照组 Control group	苜草素添加水平 Polysavone supplemental level/(mg/kg) 0	200	400	600	800	1 000
	14	7.7^{ab}	7.3^{bc}	7.5^{bc}	8.0^{a}	7.0^{c}	7.1^{c}	7.8^{ab}
蛋白高度	28	7.5^{abc}	6.9^{c}	8.1^{a}	8.0^{ab}	7.8^{ab}	7.7^{abc}	7.3^{bc}
Albumen height/mm	42	7.3^{ab}	6.8^{c}	7.4^{ab}	7.6^{a}	7.3^{ab}	7.4^{ab}	7.2^{b}
	56	7.1	6.5	6.9	7.1	7.2	6.7	7.3
	14	86.9	86.7	86.4	89.2	83.9	85.8	88.1
哈氏单位	28	84.6^{ab}	81.0^{b}	89.5^{a}	88.9^{a}	89.3^{a}	87.6^{a}	85.4^{ab}
Haugh unit	42	81.6^{bc}	74.4^{d}	83.0^{b}	86.0^{b}	85.1^{b}	92.3^{a}	76.3^{cd}
	56	79.1	77.3	82.4	83.6	84.5	82.5	82.7
	14	8.5	8.9	9.0	8.9	8.7	9.0	8.7
蛋黄颜色	28	8.1^{d}	8.6^{c}	9.4^{a}	8.9^{b}	9.2^{ab}	9.3^{a}	9.3^{a}
Egg yolk color	42	8.7^{b}	9.5^{a}	9.6^{a}	9.5^{a}	9.6^{a}	9.6^{a}	9.6^{a}
	56	7.9	8.2	8.4	8.4	8.3	8.6	8.6
蛋壳强度	14	43.8^{a}	39.3^{b}	40.0^{ab}	38.8^{b}	36.9^{b}	37.1^{b}	37.5^{b}
Eggshell	28	38.0	34.6	36.8	41.1	38.7	36.5	38.1

strength/(N/cm^2)	42	40.6	37.3	42.0	34.6	39.3	37.4	39.5
	56	44.0	39.3	41.4	39.6	39.8	42.3	43.2
蛋壳厚度 Eggshell thickness/×10^{-2}mm	14	39.3	37.8	37.6	38.5	37.2	38.2	38.4
	28	38.6	37.2	36.8	38.6	37.1	37.7	38.6
	42	39.1	36.8	38.8	37.5	38.0	37.0	38.1
	56	40.2	38.4	39.4	40.6	38.4	38.1	39.4

2.3 苜草素对蛋鸡肝脏病变的影响

由表 4 可知，第 30 天，高能低蛋白质饲粮组肝脏指数显著高于对照组（$P<0.05$）。第 60 天，高能低蛋白质饲粮组肝脏指数显著高于对照组（$P<0.05$）；高能低蛋白质饲粮组肝脏出血指数显著高于对照组（$P<0.05$）。本研究中，第 30 天，各组的 FLHS 发生率分别为 10%、60%、26%、25%、21%、31%、40%，第 60 天，各组的 FLHS 发生率分别为 0、47%、39%、27%、24%、22%、30%。

表 4　苜草素对肝脏病变的影响

Table 4　Effects of polysavone on hepatic pathological changes of laying hens　（n=6）

项目 Items	时间 Time/d	对照组 Control group	苜草素添加水平 Polysavone supplemental level/(mg/kg) 0	200	400	600	800	1 000
肝脏指数 Liver index/%	30	2.37±0.43^{c}	2.85±0.47^{ab}	2.74±0.21^{abc}	2.99±0.26^{ab}	2.57±0.48^{bc}	3.17±0.34^{a}	2.88±0.26^{ab}
	60	1.95±0.14^{b}	2.68±0.37^{a}	2.56±0.38^{a}	2.53±0.17^{a}	2.45±0.25^{a}	2.48±0.35^{a}	2.42±0.14^{a}
肝脏出血指数 Liver hemorrhagic	30	0.47±0.13	1.14±0.59	0.99±0.51	0.99±0.43	0.93±0.59	1.11±0.36	1.28±0.31
	60	0.18±	1.32±	1.13±	0.96±	0.83±	0.82±	1.20±

index		0.21[b]	0.42[a]	0.59[a]	0.71[a]	0.33[a]	0.50[a]	0.22[a]
FLHS 发生率	30	10	60	26	25	21	31	40
Incidence rate of FLHS/%	60	0	47	39	27	24	22	30

3 讨 论

3.1 产蛋后期蛋鸡 FLHS 病理模型的建立

利用高能低蛋白质饲粮饲喂蛋鸡能够诱发蛋鸡 FLHS。董晓芳等[15]采用代谢能 13.46 MJ/kg、粗蛋白质 13.0%的饲粮，饲喂 36 周龄海兰灰商品蛋鸡 24 d 即可诱发。本试验采用代谢能 12.87 MJ/kg、粗蛋白质 13.84%的饲粮饲喂产蛋后期蛋鸡 30 d，蛋鸡表现出明显的 FLHS 病理特征。蛋鸡 FLHS 的发生与诸多因素有关，饲粮能量过高或蛋白质不足是其中之一。高能低蛋白质饲粮引起 FLHS，可能有 3 条途径：1）在产蛋期，肝脏从头大量合成脂肪，与载脂蛋白等结合形成极低密度脂蛋白，转运到肝外组织以满足蛋黄对脂质的需要；当肝脏中脂肪合成速度大于向外转运速度时，过量的脂肪就会沉积在肝脏中；当蛋鸡采食高能低蛋白质饲粮后，合成的脂肪过多，由于低蛋白质饲粮的供给，从而使载脂蛋白合成减少，阻碍了肝脂肪的转运，造成肝脏脂肪的沉积，从而诱发病征[16]。2）蛋鸡采食高能低蛋白质饲粮，会使体内能量物质过高，从而使脂肪酸 β 氧化作用增强，产生大量的自由基，超过了机体的生理补偿能力，肝细胞受损，肝功能降低，发生脂肪肝[5]。3）蛋鸡采食高能低蛋白质饲粮，造成脂类物质的堆积，肝细胞线粒体功能下降，阻碍了呼吸链电子的传递，生成有毒有害物质，导致肝细胞损伤，形成脂肪肝[17]。

3.2 苜草素对产蛋后期蛋鸡生产性能和蛋品质的影响

本研究中，与对照组比较，高能低蛋白质饲粮饲喂产蛋后期蛋鸡第 30 天时，其平均日采食量、产蛋率、平均蛋重、产蛋量显著降低，料蛋比显著升高，与前人研究结果[18]一致，

饲喂第 60 天时，趋势更加显著。与高能低蛋白质饲粮组相比，第 1～60 天高能低蛋白质饲粮中添加 600 mg/kg 苜草素能够使蛋鸡平均日采食量增加，第 1～60 天添加 400、600、800、1 000 mg/kg 苜草素能够改善其引起的产蛋率降低、饲料利用率降低、产蛋量降低的情况。前人研究表明，饲粮中添加苜草素可促进动物生长发育，提高饲料转化率[6]。还有研究显示，随着苜蓿皂苷添加量的增多，蛋鸡采食量在一定程度上表现出上升的趋势[19]。另有研究报道，苜草素可显著降低 58~65 周龄蛋鸡的料蛋比[20]。此外，本研究中，高能低蛋白质饲粮组与对照组比较，高能低蛋白质饲粮饲喂产蛋后期蛋鸡第 42 天时，鸡蛋蛋白高度、哈氏单位显著降低，与前人研究结果[21]一致。与高能低蛋白质饲粮组相比，高能低蛋白质饲粮中添加 200、400、600、800 mg/kg 苜草素后，能够升高蛋白高度和哈氏单位。

本研究表明，添加苜草素能够改善高能低蛋白质饲粮引起的生产性能和蛋品质下降，这可能与苜草素的活性成分有关。苜草素的主要活性成分有多糖、黄酮、皂苷。蛋鸡长期进食高脂饲粮可能会降低血液雌激素水平进而引发产蛋率降低，而黄酮具有弱雌激素和抗雌激素活性双向调节作用，当雌激素水平低时，黄酮与雌激素受体结合表现出雌激素作用，从而改善高能低蛋白质饲粮引起的产蛋率下降的情况[22]。作为苜草素的另一重要成分，潘俊良[19]研究结果发现，苜蓿皂苷对提高蛋鸡采食量具有促进作用，这与本试验的研究结果一致。另外，有研究表明，苜蓿草粉可以提高鸡蛋哈氏单位[23]，这也与本试验的研究结果一致。

3.3　苜草素对产蛋后期蛋鸡肝脏病变的影响

蛋鸡 FLHS 是由于脂肪代谢紊乱而造成肝脏脂肪堆积的营养性代谢疾病，目前对其发病机制还不清楚，但临床最典型特征是肝出血。本研究中，高能低蛋白质饲粮饲喂产蛋后期蛋鸡 30 d，显著提高了肝脏指数，FLHS 发生率为 60％；而添加不同比例苜草素后，FLHS 发生率显著降低，表明苜草素能够调控肝脏脂肪代谢。蛋鸡长期进食高脂饲粮，会使体内能量储存增加，体内胰岛素含量升高，胰岛素会激活乙酰辅酶 A 羧化酶 α 的表达，促进脂肪酸的合成，抑制脂肪的水解，这样就会导致肝脏堆积过多的脂肪[24]，过多的脂肪容易发生过

氧化作用而产生过多的自由基，改变生物膜的功能和结构，导致肝脏损伤[25]；笔者认为这可能是高能低蛋白质饲粮饲喂蛋鸡导致 FLHS 发生的机制。有研究报道，苜草素能够降低肉仔鸡血液胰岛素水平，升高血液甲状腺激素水平，降低肝脏中脂肪酸合成酶 mRNA 的表达量，从而降低肝脏脂肪酸合成[26]；作为苜草素的重要成分，苜蓿皂苷能够降低动物对脂肪的消化吸收，降低肝脏脂肪酸重新合成的原料乙酰辅酶 A 含量，进而导致肝脏脂肪酸合成减少[19]；此外，苜蓿皂苷具有抗氧化作用[19]，苜草素的另一重要成分苜蓿多糖也具有清除自由基的抗氧化作用[8]；笔者认为这可能是苜草素能够降低蛋鸡 FLHS 的机制。

4 结 论

高能低蛋白质饲粮中添加 200、400、600、800 和 1 000 mg/kg 苜草素在一定程度上可降低 FLHS 发生，综合各个方面添加 600 mg/kg 苜草素预防 FLHS 效果最好。

参考文献：

[1] BUTLER E J.Fatty liver diseases in the domestic fowl-a review[J].Avian Pathology,1976,5(1):1–14.

[2] 刘东军.蛋鸡脂肪肝出血综合征的诊治[J].中国禽业导刊,2009,26(5):42–43.

[3] WOLFORD J H,POLIN D.Lipid accumulation and hemorrhage in livers of laying chickens.A study on fatty liver-hemorrhagic syndrome(FLHS)[J].Poultry Science,1972,51(5):1707–1713.

[4] WOLFORD J H,POLIN D.Induced fatty liver-hemorrhagic syndrome(FLHS)and accumulation of hepatic lipid in force-fed laying chickens[J].Poultry Science,1974,53(1):65–74.

[5] 郭小权,胡国良,曹华斌,等.高能低蛋白日粮致脂肪肝出血综合征鸡抗氧化能力和肝损伤的研究[J].中国兽医学报,2010,30(6):829–832.

[6] 佟建明,萨仁娜,单之玮,等.苜草素对肉仔鸡和仔猪生产性能的影响[J].中国畜牧兽医,2004,31(3):19–21.

[7] 董晓芳,江勇,高微微,等.苜草素对肉仔鸡免疫、内分泌和脂类代谢的一些指标的影响[J].动物营养学报,2007,19(4):407–410.

[8] WANG S P,DONG X F,TONG J M.Optimization of enzyme-assisted extraction of polysaccharides from alfalfa and its antioxidant activity[J].International Journal of Biological Macromolecules,2013,62:387–396.

[9] 李楠,刘元,侯滨滨.黄酮类化合物的功能特性[J].食品研究与开发,2005,26(6):139–141.

[10] MALINOW M R,MCLAUGHLIN P,NAITO H K,et al.Effect of alfalfa meal on shrinkage(regression)of atherosclerotic plaques during cholesterol feeding in monkeys[J].Atherosclerosis,1978,30(1):27–43.

[11] MALINOW M R,MCLAUGHLIN P,STAFFORD C,et al.Alfalfa saponins and alfalfa seeds.Dietary effects in cholesterol-fed rabbits[J].Atherosclerosis,1980,37(3):433–438.

[12] MALINOW M R,CONNOR W E,MCLAUGHLIN P,et al.Cholesterol and bile acid balance in Macaca fascicularis.Effects of alfalfa saponins[J].Journal of Clinical Investigation,1981,67(1):156–162.

[13] 刘凯,庞庆峰,周范,等.苜蓿皂甙对血胆固醇和 LDL 清除非受体途径的影响[J].徐州医学院学报,1995,15(2):118–120.

[14] 刘凯,余书勤.苜蓿皂甙对胆固醇排泄和内皮细胞释放一氧化氮的影响[J].徐州医学院学报,1999,19(6):442–444.

[15] 董晓芳,佟建明,常铁生,等.人工诱发产蛋鸡脂肪肝出血综合征的研究[J].中国兽医学报,2011,31(7):1046–1049.

[16] 任成林,马利芹,刘春凌,等.产蛋鸡脂肪肝综合征的致病因素与防治措施[J].养禽与禽病防治,2008(11):6–9.

[17] 曹华斌,胡国良,郭小权,等.高能低蛋白日粮饲养蛋鸡肝脏脂肪沉积及其组织病理学观

察[J].中国兽医学报,2010,30(7):1009–1012.

[18] 张彩英,曹华斌,胡国良,等.甜菜碱预防蛋鸡脂肪肝出血综合征的研究[J].中国畜牧兽医,2010,37(10):197–201.

[19] 潘俊良.苜蓿皂甙在产蛋鸡及蛋雏鸡饲粮中的应用研究[D].硕士学位论文.郑州:河南农业大学,2007.

[20] 张丽娜,章世元,董晓芳,等.苜草素对 58~65 周龄蛋鸡生产性能和蛋品质的影响[J].中国饲料,2010(6):21–24.

[21] 赵芹,张海军,武书庚,等.吡咯喹啉醌对高能低蛋白质饲粮蛋鸡生产性能、蛋品质、血浆脂质代谢及抗氧化能力的影响[J].动物营养学报,2014,26(4):885–892.

[22] HENDRICH S,LEE K W,XU X,et al.Defining food components as new nutrients[J].Journal of Nutrition,1994,124(9 Suppl):1789S-1792S.

[23] 杨雨鑫,王成章,廉红霞,等.紫花苜蓿草粉对产蛋鸡生产性能、蛋品质及蛋黄颜色的影响[J].华中农业大学学报,2004,23(3):314–319.

[24] 符自英.胰岛素和葡萄糖对鹅肝细胞 TG 含量及脂肪代谢相关基因表达的调控[D].硕士学位论文.雅安:四川农业大学,2008.

[25] 曹华斌,李浩棠,郭小权,等.脂肪肝出血综合征的发病原因、机理及其防制[J].中国家禽,2007,29(24):33–36.

[26] 刘平.苜草素对肉仔鸡脂肪代谢的影响及其作用机制研究[D].硕士学位论文.北京:中国农业科学院,2005.

Prophylactic Effects of Polysavone on Fatty Liver Hemorrhagic Syndrome of Laying Hens in Late-Phase

GAO Yuanyuan[1] YANG Changjin[2] DONG Xiaofang[1*] TONG Jianming[1] GAO Yupeng[2]
(1. *Institute of Animal Science*, *Chinese Academy of Agricultural Sciences*, *Beijing* 100193, *China*; 2. *College of Animal Science and Technology*, *Northwest A&F University*, *Yangling* 712100, *China*)

Abstract: This experiment was conducted to investigate the prophylactic effects of polysavone (alfalfa extract) on fatty liver hemorrhagic syndrome (FLHS) of laying hens in late-phase. A total of 1 008 *Jinghong* No. 1 laying hens aged of 500 days were randomly divided into 7 groups, with 6 replicates per group and 24 hens per replicate. Hens in group Ⅰ (control group） were fed on a common diet （metabolic energy 11.10 MJ/kg; crude protein 17.68%), while hens in groups Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ, Ⅴ, Ⅵ and Ⅶ (experimental groups） were fed on high-energy and low-protein diets (metabolic energy 12.87 MJ/kg; crude protein 13.84%) supplemented with 0, 200, 400, 600, 800, 1 000 mg/kg ploysavone, respectively. The experiment lasted for 60 days. The results were as follows: 1) compared with the control group, feeding a high-energy and low-protein diet without polysavone for 30 days induced FLHS, at the 1 to 30 days, the average daily feed intake (ADFI), laying rate, egg weight and egg mass were significantly decreased (P<0.05), and the ratio of feed to egg was significantly increased (P<0.05), and at the 1 to 60 days, the trend was more obvious （P<0.05）; at the 42 days, the albumen height and haugh unit were significantly decreased (P<0.05). 2) Add different gradient of ploysavone in high-energy low-protein diet could decrease the incidence rate of FLHS; increase the ADFI, laying rate, egg mass at the 1 to 60 days, decrease the ratio of feed to egg; increase albumen height and haugh unit at the 42 days. In conclusion, high-energy low-protein diet can induce FLHS in laying hens, while supplement of ploysavone can prevent the induction of FLHS.

Key words: polysavone; laying hens; fatty liver hemorrhagic syndrome

---

*Corresponding author, associate professor，E-mail: xiaofangd1124@sina.com （责任编辑　武海龙）